

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN MUDA

LAPORAN PENELITIAN DOSEN MUDA



PEMURNIAN ETANOL DENGAN METODE
SALINE EXTRACTIVE DISTILLATION

Oleh :

Emi Erawati, S.T.

DIBIAYAI DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
DENGAN SURAT PERJANJIAN NOMOR: 188/SP2H/PP/DP2M/III/2008,
TERTANGGAL 06 MARET 2008

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
OKTOBER 2008

INTISARI

Etanol akan membentuk campuran azeotrop dengan air sehingga sulit dipisahkan dengan distilasi fraksional biasa. Salah satu cara untuk memisahkan campuran azeotrop adalah dengan menggunakan distilasi ekstraktif. Dalam penelitian ini digunakan metode saline extractive distillation dengan menggunakan CaCl_2 dan NaCl ditambah Acetonitrile sebagai pelarut.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Etanol, CaCl_2 , NaCl , Acetonitrile dan Aquadest. Alat yang digunakan adalah rangkaian alat Saline Extractive Distillation. Dengan variabel berubah : refluk rasio ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1) dan suhu pemasukan CaCl_2 (30°C dan 78°C) dan NaCl (30°C dan 78°C), variabel tetap : Acetonitril 25%, Etanol 45%, CaCl_2 0,1 g/mL, NaCl 0,1 g/mL dan waktu reaksi 5 Jam. Cara kerjanya adalah Etanol 45%, dimasukkan dalam labu leher tiga, kemudian Acetonitrile 15%, CaCl_2 0,1 g/mL dimasukkan pada suhu 30°C dan 78°C . Distilasi umpan dengan variasi refluk rasio ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1) dengan waktu reaksi 5 Jam. Ukur volume etanol hasil, ukur densitasnya dan tentukan kadar etanol. Percobaan diulang dengan menggunakan variasi refluk rasio ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1) dan suhu pemasukan NaCl 0,1 g/mL 30°C dan 78°C .

Dari analisis dengan regresi linear ganda untuk variabel refluk rasio dan suhu pemasukan CaCl_2 diperoleh persamaan $Y = 98,06040625 + 1,2902 X_1 + 0,002442708 X_2$, Nilai Koefisien Determinasi (R Square) sebesar 0,8317, Nilai Korelasi berganda (Multiple R) sebesar 0,9119808. Dari analisis dengan Anova, dengan uji F dengan Analisis Interaksi Baris dengan Kolom diperoleh $F_{hitung} 65535 > F_{tabel}$ dengan F_{tabel} 4,47, artinya refluk rasio dan suhu pemasukan CaCl_2 mempengaruhi kadar etanol. Dari analisis Anova dengan uji F untuk variabel refluk rasio dan suhu pemasukan NaCl dengan analisis interaksi baris dengan kolom, berdasarkan hasil perhitungan $F_{hitung} 65535$ nilai F_{tabel} 0,05 dengan derajat kebebasan 4,47. Nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka ada pengaruh antara refluk rasio dan suhu.

Kata Kunci : Acetonitril, CaCl_2 , Etanol, Saline Extractive Distillation



SURAT PERNYATAAN PELAKSANAAN PENELITIAN

Nama : **Emi Erawati, S.T.**
NIK/NIP : 100.989
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
Sumber Dana : DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdiknas
Besarnya Dana : Rp. 10.000.000,00 (Sepuluh juta rupiah)
Program penelitian : **Dosen Muda**
Judul Penelitian : **PEMURNIAN ETANOL DARI MOLASES DENGAN MENGGUNAKAN METODE SALINE EXTRACTIVE DISTILLATION**

Menyatakan **SANGGUP** melaksanakan pekerjaan **PENELITIAN DOSEN MUDA** sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tahun Anggaran 2008 dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional Nomor: 188/SP2H/PP/DP2M/III/2008, Tertanggal 06 Maret 2008 selama tujuh bulan terhitung tanggal 1 Maret 2008.

3. Pada tanggal 28 Juli 2008 **peneliti wajib** menyerahkan laporan kemajuan tiga eksemplar ke LPPM UMS dan wajib mengikuti monitoring dari DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang waktunya ditentukan oleh DP2M.
4. Mengirimkan laporan akhir hasil pelaksanaan penelitian paling lambat tanggal 03 Oktober 2008 dalam bentuk :
 - a. *Hard copy* laporan lengkap sebanyak satu eksemplar disertai Lembar Pengesahan 8 eksemplar dengan ketentuan sbb.:
 - Bentuk/ukuran kertas kuarto, warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan oleh DP2M.
 - Di bagian bawah halaman cover ditulis:
Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian
188/SP2H/PP/DP2M/III/2008, TERTANGGAL 06 MARET 2008
 - b. *Hard copy*: ringkasan dalam Bahasa Indonesia sebanyak 2-3 halaman dan artikel ilmiah sebanyak empat eksemplar yang akan diteruskan ke DP2M Ditjen Dikti. Penggandaan laporan dilakukan oleh LPPM-UMS, tetapi biaya ditanggung oleh peneliti (dipotong dari sisa dana penelitian yang 30%)
 - c. *Soft copy* lengkap (laporan penelitian, artikel publikasi ilmiah, dan ringkasan) dalam format MS Word sebanyak satu keping CD.
5. Peneliti yang penelitiannya bersifat multitalent dan secara keseluruhan sudah final diwajibkan mengirimkan ringkasan dalam bahasa Indonesia sebanyak 2-3 halaman dan *Executive Summary* dalam bentuk *soft copy* (CD dalam format MS Word) sebanyak satu keping dan dalam bentuk *hard copy* sebanyak 4 (empat) eksemplar.
6. Peneliti yang penelitiannya bersifat multitalent tetapi baru tahap pertama atau kedua diwajibkan menyerahkan proposal tahun berikutnya (lanjutan).
7. Peneliti wajib mengikuti seminar untuk mempublikasikan hasil penelitiannya.
8. Pencairan dana penelitian diatur sbb.:
 - 70 % setelah penandatanganan Surat Pernyataan Pelaksanaan Penelitian
 - 30 % setelah seluruh peneliti menyerahkan laporan akhir pelaksanaan penelitian
9. Dikenakan potongan PPh dan PPN ps 21 sebesar $\pm 11,5\%$.
10. Dikenakan potongan sebesar 5% untuk institusional fee dengan rincian:
 - a. Untuk monitoring, administrasi, dan pemberkasan.
 - b. Sisanya 50% untuk universitas dan 50% untuk *capacity building* LPPM.

Apabila sampai batas waktu berakhirnya penelitian tersebut, saya belum menyerahkan hasil penelitian, maka saya sanggup dikenai sanksi sebagai berikut:

1. Membayar denda setiap hari keterlambatan dari tanggal jatuh tempo, sebesar 1 o/oo, (satu permil) setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari jumlah biaya penelitian yang disetujui.
2. Apabila sampai akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biaya telah berakhir, belum menyerahkan hasil penelitian, seluruh biaya yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dana penelitian tahap I yang diterima harus dikembalikan untuk selanjutnya disetorkan ke Kas Negara.

Mengetahui:
Ketua LPPM-UMS,

Surakarta, 10 Maret 2008
Peneliti,

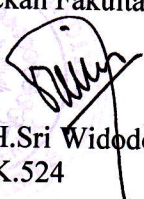
Prof. Dr. Markhamah M Hum.

Emi Erawati, S.T.


HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN DOSEN MUDA

1. Judul : Pemurnian Etanol dengan Metode *Saline Extractive Distillation*
2. Kategori Penelitian : Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi dan Seni
3. Ketua Peneliti
- 3.1 Data Pribadi
 - a. Nama Lengkap : Emi Erawati, S.T.
 - b. Jenis Kelamin : P
 - c. NIP/Golongan : 100.989/3a
 - d. Strata/Jab. Fungsional : S1/Asisten Ahli
 - e. Jabatan Struktural
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
 - g. Bidang Ilmu : Teknologi
 - h. Alamat Kantor : Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta
 - i. Telepon/Faks/E-mail : (0271)717417/(0271)725084/emisupriyono@yahoo.com
 - j. Alamat Rumah : Desa Pilangsari Potronayan Nagasari Boyolali
 - k. Telepon/Faks : 081329574951
- 3.2. Mata Kuliah yang Diampu dan Jumlah sks
 - a. Mata Kuliah I : Proses Industri Kimia 3 sks
 - b. Mata Kuliah II : Bahan Konstruksi Teknik Kimia 2 sks
 - c. Mata Kuliah III : Kimia Dasar 2 sks
- 3.3 Penelitian Terakhir
 - a. Judul Penelitian I : Pemurnian Bioetanol Dengan Metode *Saline Extractive Distillation* Sebagai Campuran Gasohol
 - b. Judul Penelitian II : Pengaruh Waktu Operasi dan Konsentrasi Papain Pada Pembuatan VCO
4. Jumlah Anggota : 0 Orang
5. Kerjasama dengan Institusi Lain
 - a. Nama Institusi :
 - b. Alamat :
 - c. Telepon/Telp/Fax :
6. Lokasi Penelitian : Laboratorium Teknik Kimia UMS
7. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan
8. Pembiayaan
 - Biaya diajukan ke DIKTI : Rp. 10.000.000,00
 - Biaya dari Instansi Lain : Rp 0,00
 - Jumlah Biaya : Rp. 10.000.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Ir. H. Sri Widodo, M.T.
NIK. 524

Surakarta, 25 September 2008
Ketua Peneliti,


Emi Erawati, S.T.
NIK 100.989

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Muhammadiyah Surakarta


Prof. Dr. Markhamah, M. Hum
NIP. 131683025

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan :	i
Ringkasan :	ii
Summary :	iii
Prakata :	iv
Daftar Isi :	v
Daftar Tabel :	vi
Daftar Gambar :	vii
Daftar Lampiran :	viii
BAB I : PENDAHULUAN	1
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 Etanol	2
2.2 Kesetimbangan Campuran Etanol –Air	2
2.3 <i>Saline Extractive Distillation</i>	8
2.4 Penelitian Terdahulu	9
2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi <i>Saline Extractive Distillation</i>	10
BAB III : TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	13
BAB IV : METODE PENELITIAN	14
4.1 Bahan	14
4.2 Alat	14
BAB V : HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Hasil	17
5.2 Pembahasan	18
BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN	23
DAFTAR PUSTAKA :	
LAMPIRAN I	
LAMPIRAN II	
LAMPIRAN III	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Komposisi Fraksi Uap dan Cairan pada Tekanan Atmosferis dan Suhu Normal dengan Perbandingan Pelarut Terhadap Umpan 1:1 , Konsentrasi Garam 0,1 g/mL pelarut	5
Tabel 2 : Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	14
Tabel 3 : Alat yang Digunakan dalam Penelitian	14
Tabel 4 : Kadar Etanol dengan Menggunakan Refluk Ratio dan Suhu Pemasukan CaCl_2	17
Tabel 5 : Kadar Etanol dengan Menggunakan Refluk Ratio dan Suhu Pemasukan NaCl	17

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Kesetimbangan Etanol,Air dan Garam	2
Gambar 2 : Diagram x-y Sistem Etanol-Air pada Tekanan Atmosferis dan Suhu Normal	3
Gambar 3 : Diagram T-x-y Sistem Etanol-Air	3
Gambar 4 : Diagram x-y Sistem Etanol- Air-Etilen Glikol pada TekananAtmosferis dan Suhu Normal	3
Gambar 5 : Diagram T- x-y Etanol-Air-Etilen glikol	4
Gambar 6 : Diagram x-y Sistem Etanol-Air-Etilen Glikol & CaCl_2 pada Tekanan Atmosferis dan Suhu Normal	4
Gambar 7 : Diagram T-x-y Sistem Etanol-Air-Etilen glikol & CaCl_2	4
Gambar 8 : Proses <i>Saline Extractive Distillation</i>	9
Gambar 9 : Pengaruh Suhu Terhadap Fraksi Etanol di Distilat	10
Gambar 10 : Hubungan Feed Stage Terhadap Fraksi Etanol di Produk	11
Gambar 11 : Hubungan Laju Alir Garam Terhadap Fraksi Mol Etanol di Produk	11
Gambar 12 : Hubungan Refluk Ratio Terhadap Fraksi Mol Etanol di Produk	12
Gambar 13 : Rangkaian Alat Distilasi	15

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Anhydrous etanol merupakan bahan penting yang digunakan sebagai reagent kimia, pelarut organik, bahan intermediet, dan merupakan bahan baku bagi industri kimia yang lain. Etanol akan membentuk campuran azeotrop dengan air sehingga sulit dipisahkan dengan distilasi fraksional biasa. Oleh karena itu perlu dilakukan metode distilasi khusus agar hasil pemisahan etanol mempunyai kemurnian yang tinggi.

Pemisahan campuran azeotrop dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu distilasi bertingkat dengan tekanan yang berbeda, distilasi azeotrop, dan distilasi ekstraktif. Distilasi ekstraktif merupakan metode pemisahan yang sangat penting dalam *Petrochemical engineering* dua area. Salah satu aplikasinya pemisahan hidrokarbon dan pemisahan titik azeotrop pada campuran etanol – air.

Dua langkah terpenting dalam distilasi ekstraktif adalah langkah pemisahan dan penambahan pelarut. Distilasi ekstraktif dengan penambahan garam dan pelarut sebagai *separating agent* merupakan proses baru untuk meningkatkan kemurnian produk.

Dalam distilasi ekstraktif dapat dikombinasikan antara penambahan garam dan pelarut, atau penambahan garam saja. Di dalam industry hanya garam saja yang ditambahkan (Pinto, 2000).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Etanol

Etanol merupakan bahan yang *volatile*, mudah terbakar, jernih, dan merupakan cairan yang tidak berwarna. Salah satu sifat istimewa dari etanol adalah *volume shrinkage* yang terjadi dengan meraksikan etanol dengan air. Sifat fisik dan kimia dari etanol didasarkan pada gugus hidroksil yang terdapat dalam etanol. Grup ini merupakan bahan-bahan kimia yang mempunyai sifat polar. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O .

2.2 Keseimbangan Campuran Etanol dan Air

Komponen – komponen campuran etanol, air merupakan komponen azeotrop sehingga sangat sulit dipisahkan dengan distilasi biasa. Salah satu cara untuk memisahkannya dapat ditambahkan garam. Berdasarkan Tabel 1 dalam komposisi yang sama pada fase uap akan diperoleh fraksi mol etanol sebagai hasil atas dengan hasil yang lebih banyak jika ditambahkan garam.

Table 1. Komposisi Fraksi Uap dan Cairan pada Tekanan Atmosferis dan Suhu Normal dengan Perbandingan Pelarut Terhadap Umpan 1:1 , Konsentrasi Garam 0,1 g/mL Pelarut

Sistem	T (K)	x_1	y_2
Etanol (1) –Air (2)	372,95	0,0000	0,0000
	372,15	0,0097	0,1035
	368,25	0,0270	0,2248
	364,25	0,0427	0,2967
	362,95	0,0646	0,3612
	359,05	0,1476	0,4870
	356,65	0,2144	0,5475
	354,45	0,3182	0,5810
	353,65	0,4013	0,6137

	353,45	0,5008	0,6485
	353,05	0,5884	0,6915
	352,15	0,6980	0,7520
	351,95	0,7857	0,8049
	351,45	0,8448	0,8515
	351,95	0,9190	0,9158
	351,65	1,0000	1,0000
Etanol (1) –Air (2)- Etilen glikol	424,45	0,0800	0,5190
	421,85	0,1520	0,7160
	417,15	0,5590	0,8130
	416,25	0,7000	0,8725
	415,15	0,8100	0,9085
	414,75	0,9019	0,9490
	414,45	0,9082	0,9570
	413,05	0,9607	0,9790
Etanol (1)- Air (2)- Etilen glikol-CaCl ₂	425,65	0,0800	0,6790
	423,15	0,1520	0,7900
	419,85	0,5590	0,8820
	418,15	0,7000	0,9170
	416,45	0,8100	0,9449
	415,15	0,9190	0,9672
	414,95	0,9082	0,9690
	414,25	0,9607	0,9860

(Lei, 2002)

Penambahan garam berfungsi sebagai elektrolit, pencegah korosi dan digunakan sebagai penghemat biaya ekonomi (menghemat energi yang dibutuhkan dalam pemanasan).

Campuran uap akan mengikuti hukum dalton hingga tekanan setinggi 100 mpa. hukum dalton menyatakan

$$p_t = p^*_a = p^*_b \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- p^*_a : tekanan partial komponen a
- p^* : tekanan partial komponen b
- p_t : tekanan total

Berdasarkan definisi $y_i = \frac{n_i}{n_t}$ dimana $n_i = \frac{p_i^* V}{RT}$. Hal ini berlaku untuk gas

ideal dimana i menunjukan komponen. Dengan substitusi didapatkan

$$y_i = \frac{\left(p_i^* \frac{V}{RT} \right)}{\left(\frac{P_t V}{RT} \right)} = \frac{p_i^*}{P_t} \dots \dots \dots (2)$$

Sehingga

$$p_t^* = y_i \dots \dots \dots (3)$$

Hukum Raoult memberikan hubungan antara komposisi dan tekanan parsial untuk campuran cairan ideal. Pada kenyataannya suatu campuran dianggap ideal apabila mengikuti Hukum Raoult. Campuran senyawa homolog biasanya bersifat ideal. Seperti campuran paraffin dengan olefin, campuran senyawa aromatis seperti benzene dan toluene dan campuran gas – gas tak terembunkan seperti nitrogen dan oksigen. Hukum Raoult dapat dituliskan

$$p_t^* = x_i P_i^V \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

- P_i^V : Tekanan uap
- x_i : fraksi mol i dalam fase air
- P_t : Tekanan total

Untuk suatu campuran cair biner, kita dapatkan persamaan dari persamaan (1) dan (4), hubungan – hubungan untuk tekanan total, P_t sebagai berikut:

$$P_t = p_A^* + p_B^* = x_A P_A^V + x_B P_B^V \dots \dots \dots (5)$$

Dengan menyubtitusikan $x_B = 1 - x_A$ dan mengatur ulang persamaan diperoleh

$$P_t = P_B^V + x_A (P_A^V - P_B^V) \dots \dots \dots (6)$$

Persamaan (3) dan (4) dapat digabungkan untuk memperoleh

$$y_A^* = \left(\frac{P_A^V}{P} \right) x_A \dots \dots \dots (7)$$

Dengan menggunakan $y_B = 1 - y_A$ dan $x_B = 1 - x_A$ yang berlaku untuk campuran biner

$$x_A = \frac{P_t - P_b^v}{P_A^v - P_B^v} = \frac{1 - \frac{P_b^v}{P_t}}{\frac{P_A^v}{P_t} - \frac{P_B^v}{P_t}} = \frac{1 - K_B}{K_A - K_B} \dots \dots \dots (8)$$

(Purwono, 2005)

Suatu bentuk yang telah dimodifikasi dari hukum raoult digunakan untuk campuran cairan non ideal (campuran alcohol dengan air atau hidrokarbon). Ketidakidealan diperhitungkan dalam bentuk suatu koefisien aktivitas. Koefisien ini didapatkan secara eksperimental. Sejumlah korelasi, yang beberapa diantaranya memiliki dasar teoritis, dapat digunakan untuk memprediksi perubahan koefisien tersebut terhadap perubahan komposisi maupun suhu. Kita dapat mendefinisikan aktivitas, y_A , sebagai

$$y_A = \frac{P_{*A}}{x_A P_A^v} \dots \dots \dots (9)$$

Perhatikan bahwa jika $y_A > 1$, akan terjadi deviasi positif dari kondisi ideal, sedangkan apabila $y_A < 1$, akan terjadi deviasi negatif dari kondisi ideal. Secara eksperimental kita ketahui bahwa

$$y_A = y(P, T, x_A, x_B, x_C) \dots \dots \dots (10)$$

Karena $\alpha_{AB} = K_A / K_B$, maka

$$\alpha_A = \left(\frac{y_A}{y_B} \right) / \left(\frac{P_A^v}{P_B^v} \right) \dots \dots \dots (10)$$

Dengan demikian, α_{AB} dipengaruhi oleh komposisi melalui koefisien aktivitas γ_A , γ_B (Purwono, 2005).

2.3. Saline Extractive Distillation

Distilasi merupakan metode pemisahan komponen larutan dengan berdasarkan pada distribusi senyawa pada fase uap dan fase cair dimana kedua komponen dapat muncul di kedua fase. Pemisahan cara distilasi dapat dilakukan jika seluruh

komponen yang akan dipisahkan sama – sama volatile. Manipulasi fasa – fasa yang berperan dalam distilasi akan meningkatkan kemurnian komponen yang akan dipisahkan dengan cara distilasi. Untuk mengatasi kondisi azeotrop dapat dilakukan dengan 3 cara. Pertama dengan cara distilasi bertingkat dimana tekanan masing – masing proses berbeda. Cara yang kedua distilasi azeotrop adalah distilasi dengan penambahan suatu senyawa yang dapat memecah azeotrop (entrainer). Distilasi azeotrop ini komponen yang ditambahkan bersifat lebih volatile dari zat yang akan dipisahkan sehingga setelah proses komponen tersebut muncul sebagai hasil atas. Distilasi ekstraktif adalah distilasi dengan distilasi penambahan entrainer bersifat lebih tidak volatil dari zat yang akan dipisahkan sehingga kebanyakan terikut sebagai produk bawah (residu).

Dalam penelitian ini penulis memilih menggunakan *saline extractive distillation*. *Extractive distillation* biasa digunakan dalam industry dan merupakan metode pemisahan yang penting dalam *petrochemical engineering*. Salah satu aplikasi distilasi jenis ini untuk memisahkan hidrokarbon pada campuran C₄ dan memisahkan campuran *azeotropic* dalam campuran etanol-air.

Dua faktor yang penting dalam *extractive distillation* adalah tahap pemisahan itu sendiri dan pelarut yang digunakan. *Extractive distillation* dengan garam dikenal dengan *saline extractive distillation* menggunakan NaCl, KCl, KI, CaCl₂ (Pinto, 2000).

Pelarut yang umum digunakan dalam *extractive distillation* dari etanol adalah glikol (Perry,19921) gliserol (Lee dan Pahl, 1985), gasoline (chianese dan Zinnamosca, 1990) dan *saline extractive distillation* dengan menggunakan asetat dan garam inorganic :CaCl₂, AlCl₃, KNO₃, [CuNO₃]₂3H₂O, Al(NO)₃9H₂O, K₂CO₃ (Barba et al,1985). Beberapa peneliti menggunakan solvent sebagai campuran untuk mencapai *solvent's capacity (solvency)* dan *selectivity*.

2.4. Penelitian Terdahulu

R.T.P. pinto dan M.R. Wolf-Maciel pada tahun 2000 telah melakukan optimasi dengan menggunakan *saline extractive distillation* untuk memurnikan

campuran etanol- air dari proses fermentasi dengan menggunakan 4 jenis garam yaitu NaCl, KCl, KI, CaCl₂ dan pelarut Dimetilformamid / Acetonitril / Ethilen Glikol (Pinto, 2000 : 1692).

Guntur Saptantyo pada tahun 2007 telah melakukan penelitian dengan judul Pemurnian Etanol sebagai Campuran Gasohol dengan Metode Saline Extractive Distillation dengan menggunakan NaCl dan Acetonitril. Dari penelitian ini diperoleh kadar etanol tertinggi 96,51%.

2.5 Faktor-Faktor yang mempengaruhi *Saline Extractive Distillation*.

Menurut Pinto ada 4 faktor yang mempengaruhi Saline Extractive Distillation adalah variasi suhu umpan, laju air garam, reflex ratio dan *feed stage*.

1. Suhu Umpan

Berdasarkan penelitian GIL suhu umpan sangat mempengaruhi campuran azeotropik dalam *extractive distillation*. Penelitian yang telah dilakukan 10°C sampai 70°C akan mempengaruhi komposisi di distilat. Tetapi pada suhu yang sama konsumsi energy yang dibutuhkan di reboiler adalah turun.

2. Feed Stage

Berdasarkan gambar komposisi etanol di distilat dan konsumsi energi di reboiler untuk beberapa kombinasi. Berdasarkan pada gambar *stage* ke-2, kemurnian etanol didistilat menurun. Pada *stage* ke-3 sampai 5 kemurnian etanol naik.

3. Laju Alir Garam

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pinto dengan menggunakan 4 jenis garam KCl, NaCl, KI, dan CaCl₂ dengan laju alir garam 0,5-2 kmol/jam CaCl₂ akan menghasilkan kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan ketiga jenis garam tersebut. CaCl₂ merupakan *divalent cation* yang merupakan *hydration sphere* yang mempunyai harga lebih besar dibandingkan garam jenis monovalent.

4. Refluk Ratio

Berdasarkan penelitian dengan refluks ratio dari 1 – 10 dengan menggunakan 4 jenis garam. Dengan meningkatnya refluks ratio kemurnian etanol akan turun.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh refluks rasio dan suhu pemasukan garam NaCl dan CaCl_2 dengan menggunakan pelarut Acetonitril untuk meningkatkan kemurnian dari etanol.

3.2. Manfaat Penelitian

1. Hasil etanol dengan kemurnian yang tinggi dapat digunakan sebagai campuran sebagai pengganti MTBE (*methyl-tertiary-butylether*).
2. Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa untuk menghasilkan etanol dengan kemurnian tinggi dapat dilakukan dengan metode *saline extractive distillation*.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Bahan

4.1.1. Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Bahan	Jumlah
1.	KI	400 gram
2.	NaCl	400 gram
3.	<i>Aquadest</i>	Secukupnya
4.	Acetonitril	1L
5.	Etanol	1L

4.2 Alat

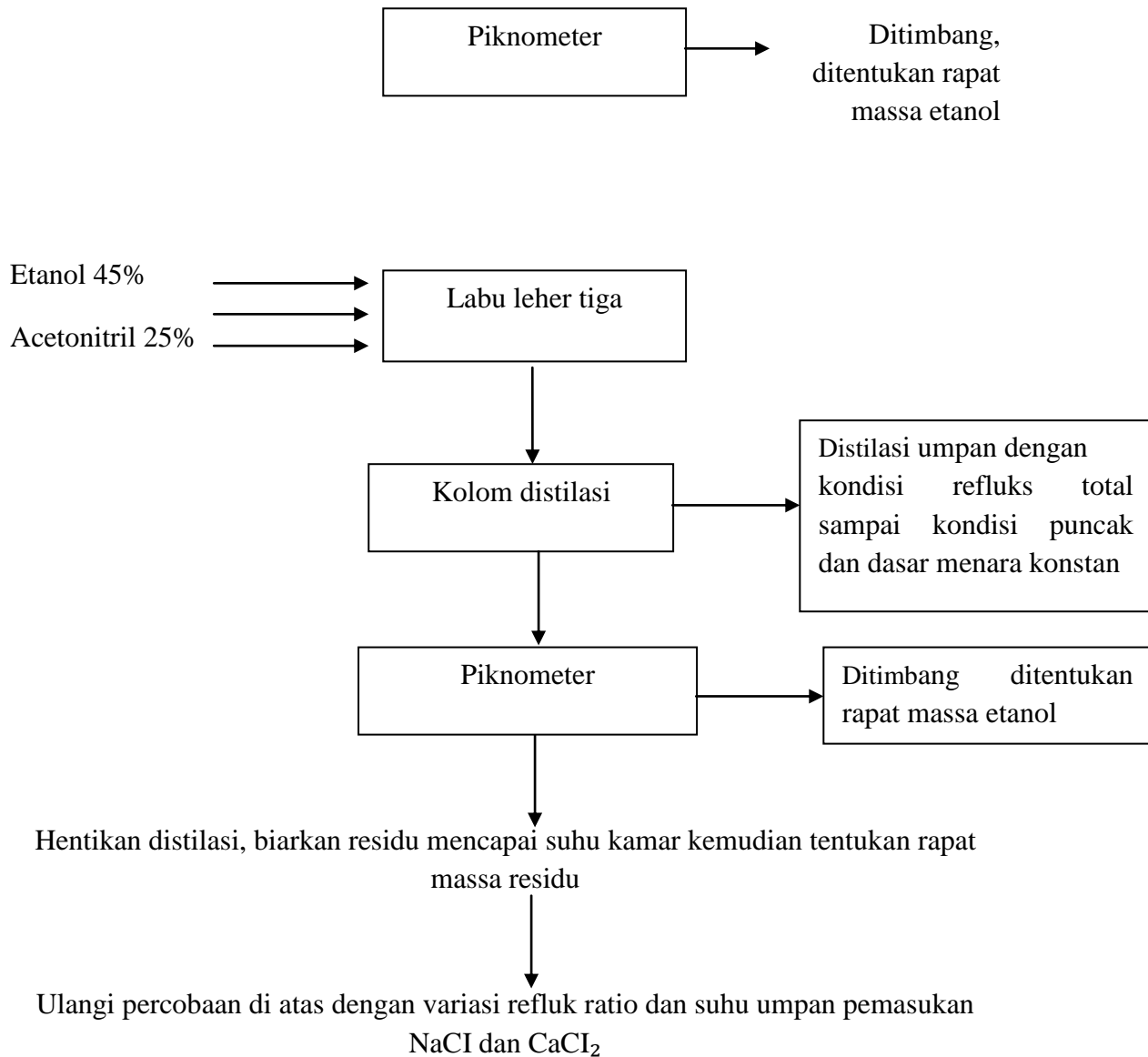
4.2.1. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Nama Alat	Ukuran (mL)	Jumlah
1.	Neraca analitik	-	1
2.	<i>Hot plate stirrer</i>	-	1
3.	<i>Magnetic stirrer</i>	-	1
4.	Thermometer	100°C	1
5.	Rangkaian alat distilasi	-	1
6.	Penangas air	-	1
7.	Statif dan klem	-	1
10.	Gelas ukur	50,200	1,1
11.	Pipet ukur	0.1,1	1
12.	Corong kaca	-	1
13.	Erlenmeyer	250	1
14.	Karet penghisap	-	1
15.	Gelas piala	100, 500, 1000	1, 1, 1
16.	Pipet tetes	-	1
17.	Adaptor	-	1

4.3. Cara Kerja



Gambar 14 Cara Kerja Pemurnian Etanol dengan Metode

Saline Extractive Distillation

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian adalah etanol dengan kadar 45%, acetonitrile dengan kadar 25% dan waktu reaksi 5 jam. Variabel berubah yang digunakan adalah refluks ratio dan suhu pemasukan CaCl_2 dan suhu pemasukan NaCl . Hasil dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel Kadar Etanol dengan Menggunakan Refluks Ratio dan Suhu Pemasukan CaCl_2

No	Refluks Ratio	Suhu Pemasukan CaCl_2	Kadar Etanol
1	0,25	30	98,265
2	0,25	78	98,172
3	0,5	30	98,404
4	0,5	78	98,693
5	0,75	30	99,287
6	0,75	78	98,801
7	1	30	99,218
8	1	78	99,039

Tabel Kadar Etanol dengan Menggunakan Refluks Ratio dan Suhu Pemasukan NaCl

No	Refluks Ratio	Suhu Pemasukan CaCl_2	Kadar Etanol
1	0,25	30	98,765
2	0,25	78	98,603
3	0,5	30	97,043
4	0,5	78	96,652
5	0,75	30	96,731
6	0,75	78	97,939
7	1	30	98,622
8	1	78	97,791

5.2 Pembahasan

5.2.1 Variabel Berubah Refluk Ratio dan Suhu Pemasukan CaCl_2

5.2.1.1 Regresi Linier Ganda

<i>SUMMARY OUTPUT</i>	
<i>Regression Statistics</i>	0,91198081
<i>Multiple R</i>	0,831708998
<i>R Square</i>	0,764392598
<i>Adjusted R Square</i>	0,764392598
<i>Standard Error</i>	0,20788397
<i>Observation</i>	8

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>T Stat</i>	<i>p-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95 %</i>
<i>Intercept</i>	98,06040625	0,2444457	401,1354	1,82734e-12	97,432000928	98,68880322
<i>X variable 1</i>	1,2902	0,262955	4,906548	0,004449095	0,614253338	1,966146662
<i>X variable 2</i>	0,002442708	0,003062	-0,79764	0,461263781	-0,01031491	0,005429493

a. Persamaan Regresi Linier Ganda

Berdasarkan hasil analisis dapat dibuat persamaan;

$$Y = 98,06040625 + 1,2902 X_1 + 0,002442708 X_2$$

Keterangan

Nilai konstanta sebesar 98,06040625 menunjukkan bahwa tanpa adanya variabel suhu pemasukan CaCl_2 dan refluk rasio kadar etanol sebesar 98,06040625. Nilai koefisien regresi refluk rasio (X_1) sebesar 1,2902 menunjukkan bahwa setiap penambahan refluk sebesar 1 akan menaikkan kadar etanol sebesar 1,2902.

b. Nilai Koefisien Determinasi (*R Square*)

Nilai koefisien determinasi (*R Square*) digunakan untuk mengetahui besarnya variasi suhu pemasukan CaCl_2 dan refluk ratio dalam menerangkan perubahan kadar etanol. R_{square} sebesar 0,8317 menunjukkan bahwa 83,17% variasi perubahan kadar etanol dipengaruhi oleh suhu pemasukan CaCl_2 dan refluk ratio. Sedangkan 16,83% dipengaruhi faktor lainnya.

c. Korelasi Berganda (*Multiple R*)

Korelasi berganda digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel suhu pemasukan CaCl_2 dan refluk rasio dengan variabel Y (kadar etanol). Hubungan dikatakan erat jika nilai koefisien berganda $> 0,6$. Nilai korelasi berganda sebesar 0,91198081 menunjukkan adanya hubungan yang erat antara suhu pemasukan CaCl_2 dan refluk rasio terhadap kadar etanol.

5.2.2 Variabel Berubah Refluk Ratio dan Suhu Umpa dengan Menggunakan NaCl

<i>SUMMARY</i>						
0,25						
<i>Count</i>	4	4	8			
<i>Sum</i>	391,161	390,985	782,146			
<i>Average</i>	97,79025	97,74625	97,76825			
<i>Variance</i>	1,10744625	0,65685292	0,756681357			
Total						
<i>Count</i>	4					
<i>Sum</i>	391,161	390,985				
<i>Average</i>	97,79025	97,74625				
<i>Variance</i>	1,10744625	0,65685292				
ANOVA						
Source of variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit
<i>Sample</i>	0	0	65535	65535		
<i>Columns</i>	0,003872	1	0,003872	0,0004389278	0,949329901	5,987378
<i>Interaction</i>	0	0	65535			
<i>Within</i>	5,2928975	6	0,882149583			
<i>Total</i>	5,2928975	7				

a. Analisis Kolom (Suhu Pemasukan CaCl_2)

H_0 ; Suhu pemasukan CaCl_2 (30C dan 78) tidak mempengaruhi kadar etanol

H_1 ; Suhu pemasukan CaCl_2 (30C dan 78) mempengaruhi kadar etanol

Kriteria Penerimaan Hipotesis

H_0 diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ artinya suhu pemasukan CaCl_2 tidak mempengaruhi kadar etanol.

Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ artinya refluks rasio tidak mempengaruhi kadar etanol.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh F_{hitung} 0,13129766 dan F_{tabel} dengan derajat kebebasan 0,05 adalah 4,47. $F_{hitung} < F_{tabel}$ artinya suhu pemasukan $CaCl_2$ tidak mempengaruhi kadar etanol.

b. Analisis Baris (Refluks Rasio)

Ho ; Refluks 0,25 ; 0,5 ; 0,75 dan 1 tidak mempengaruhi kadar etanol

Hi ; Refluks 0,25 ; 0,5 ; 0,75 dan 1 mempengaruhi kadar etanol

Kriteria Penerimaan Hipotesis

Ho diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$

Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh F_{hitung} 65535 > F_{tabel} dengan F_{tabel} 4,47, artinya refluks rasio mempengaruhi kadar etanol.

c. Analisis Interaksi Baris dengan Kolom

Ho ; Tidak ada hubungan antara refluks rasio dan suhu pemasukan $CaCl_2$ terhadap kadar etanol

Hi ; Ada hubungan antara refluks ratio dan suhu pemasukan $CaCl_2$ terhadap kadar etanol

Kriteria Penerimaan Hipotesis

Ho diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$

Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh F_{hitung} 65535 > F_{tabel} dengan F_{tabel} 4,47, artinya refluks rasio dan suhu pemasukan $CaCl_2$ mempengaruhi kadar etanol.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan excel diperoleh simpulan bahwa:

1. Dengan Menggunakan *Anova Two Factor With Replication* Refluk Ratio Dan Suhu pemasukan NaCl dan CaCl₂ mempengaruhi kadar etanol.
2. Diperoleh persamaan regresi linier ganda untuk variabel refluk ratio dan suhu pemasukan CaCl₂ dengan persamaan $y = 98,06040625 + 1,2902 X_1 + 0,002442708 X_2$ dengan R² sebesar 0,8317

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk meningkatkan *yield* dan dengan variabel yang berbeda (laju alir garam dan *feed*).

DAFTAR PUSTAKA

- Barba, D., Brandani, V, 1985, Hyperazeotropie Ethanol Salted-out by Extractive Distillation, Theoretical Evaluation And Experimental Check, *Chemical Engineering Science*, 40
- Chianese, a., Zinnmosca, f., 1990, Ethanol Dehydration By Azeotropic Distillation With Mixed Solvent Entrainer, *The Chemical Engineering Journal*, 43.
- Lee, F., Pahl, R., 1985, Solvent Screening Study and Conceptual Extractive Distillation Process To Produce Anhydrous Ethanol From Fermentation Broth, *Industrial Engineering Chemical Process*, 24.
- Lei, Z., Wang, H and Zhou, R., 2002, Influence of Salt Added to Solvent on Extractive Distillation, *The Chemical Engineering Journal*, 43.
- Pinto, R.T.P., Wolf-Maciel, M.R., and Computer and Lintomen, L., 2000, Saline Extractive Distillation Process for Ethanol Purification, *Computer and Chemical Engineering Volume*, 24.
- Perry, B.H., Green, D.W., 1985, Perry's Chemical Engineering Hand Book, 6th Edition, Mc Graw Hill, New York.
- Purwono, S., Budiman., A., Rahayuningsih, E., 2005, Pengantar Operasi Stage Setimbang, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.